

Predicción de incendios forestales en la provincia de Córdoba mediante Modelos de Aprendizaje Supervisados

Marina Cardenas¹, Ricardo Medel¹, Juan C. Vázquez¹

¹ Laboratorio de Investigación de Software LIS/Dpto. Ingeniería en Sistemas de Información/ Facultad Regional Córdoba/ Universidad Tecnológica Nacional
{ ing.marinacardenas, ricardo.h.medel, jcjvazquez } @gmail.com

Resumen

El objetivo de este proyecto es el de elaborar un modelo que permita pronosticar la ocurrencia de incendios forestales en la Provincia de Córdoba, especialmente en las sierras de Córdoba y la región del parque Chaqueño de la provincia. A partir del mismo, se pretende capturar la presencia de patrones de comportamiento de los factores que influyen en la ocurrencia de incendios forestales, ya sean humanos o de índole climática, mediante el empleo de técnicas de aprendizaje automático tales como las redes neuronales o SVM (Máquinas de Vectores de Soporte). Cabe destacar que este modelo servirá, no solo para pronosticar la ocurrencia de un incendio en una determinada zona, sino también brindará información sobre la cantidad de hectáreas quemadas por el mismo.

Inicialmente se han obtenido resultados prometedores en base a experimentos realizados sobre datos provenientes de parques y reservas de Europa, y actualmente se están realizando pruebas con datos recopilados disponibles en Internet en artículos periodísticos y bases de datos de estaciones meteorológicas específicamente en la provincia de Córdoba.

Palabras clave: Pronósticos, modelo, incendios, forestales, meteorología, predicción.

Contexto

El presente proyecto se encuentra consolidado dentro de la línea de investigación que se dedica a la resolución de problemas físicos, reales y sociales, a través del uso y del empleo de herramientas computacionales basadas en aprendizaje automático. Este proyecto se lleva a cabo en el Laboratorio de Investigación de Software del Dpto. de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Córdoba, y es un proyecto acreditado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la UTN.

El mismo, se enmarca dentro del Grupo GIA (Grupo de Inteligencia Artificial) de la UTNFRCC, el cual tiene como objetivo general el investigar técnicas, algoritmos de inteligencia artificial, entre los que se destacan el estudio de las redes neuronales, autómatas celulares, análisis y procesamiento de imágenes, minería de datos, y su aplicabilidad y resolución de problemas de las ciencias naturales y de las ciencias sociales. El grupo está integrado por doctores,

ingenieros, licenciados, becarios, y pasantes.

De esta manera, se puede observar que se investigan técnicas de IA tanto desde el punto de vista teórico, como desde el punto de vista práctico.

Introducción

Los incendios forestales son uno de los mayores problemas ambientales y que producen un daño ecológico, económico y humano, irreparables, es por ello que una detección prematura de los mismos, es una herramienta clave que puede permitir una lucha más eficaz contra este flagelo.

En la actualidad existen distintas aproximaciones que intentan dar soluciones empleando herramientas automáticas basadas en sensores locales (meteorológicos) [Chandler et. al., 1983], otras se basan en satélites [Rauste, 1996], y un tercer grupo de técnicas, en scanners de humo e infrarrojos [Ollero et. al., 2001]. En este proyecto pretendemos construir un sistema, empleando Redes Neuronales Artificiales (RNA) [Cortez y Morais, 2007] y Máquinas de Vectores de Soporte (SVM- Support Vector Machines) [Hsu et. Al, 2010]), comunmente utilizadas para minería de datos [Cortez, 2010], y alimentarlas con datos meteorológicos no costosos, como los sugeridos por índices internacionales, con el objetivo de poder predecir la existencia o no de un área quemada y en ese caso, de la extensión de la misma. La información de salida que este sistema proveería, sería de vital importancia para el planeamiento estratégico de los recursos destinados a combatir los incendios forestales.

Dichas técnicas serán evaluadas para la utilización diversos tipos de datos de entrada, tales como los componentes

del índice FWI, datos espaciales, datos temporales, datos meteorológicos y datos satelitales provenientes de los sensores MODIS [Justicea y et. al., 2002] de los satélites Terra y Aqua.

Si bien el pronóstico de incendios es una tarea difícil, se piensa que un enfoque basado en aprendizaje automático podrá inferir un modelo matemático útil que facilitará la planeación estratégica de recursos destinados a incendios forestales. Como resultado podríamos obtener un sistema que indique las áreas en las que ocurrirá un incendio y la cantidad de hectáreas que se verían afectadas.

El objetivo de este trabajo es ofrecer una herramienta alternativa para apoyar las políticas de prevención de incendios forestales reduciendo la incertidumbre inherente a la naturaleza del problema planteado.

Metodología

Técnicas de aprendizaje supervisado

Para la aplicación de técnicas de aprendizaje supervisado se parte de un conjunto de datos de iniciales (entradas) para las que se observan una serie de resultados (salidas) para una serie de eventos determinados. A partir de estos datos, es posible construir un modelo de predicción, que permitirá predecir los resultados que se obtendrán para un nuevo evento.

Este proceso de aprendizaje se realiza mediante un entrenamiento controlado por un agente externo (supervisor) que determina la respuesta que debería generar la red a partir de una entrada determinada. El supervisor comprueba la salida generada por el sistema y, en el caso de que no coincida con la esperada, se procederá a modificar

los pesos de las conexiones y/o su arquitectura, con el objetivo de refinar y mejorar las predicciones del modelo hasta alcanzar la configuración óptima.

A partir del análisis de las alternativas propuestas para la predicción asociada al dominio de problema planteado en el presente, distintos enfoques orientados a la predicción de incendios forestales han aplicado diversas técnicas de aprendizaje supervisado tales como Redes Neuronales Artificiales (RNA) [Safi y Bouroumi, 2013] y [Vega Garcia et. al., 1999] y Máquinas de Vectores de Soporte (SVM) [Cortez y Morais, 2007] y [Kim, 2009]. Ambas aproximaciones utilizan datos principalmente meteorológicos como entrada al modelo y datos vinculados al índice FWI y obtienen resultados satisfactorios, sin embargo [Cortez y Morais, 2007] sostienen que la mejor configuración del modelo utiliza una SVM con cuatro entradas que son simplemente los datos meteorológicos de temperatura, humedad relativa, lluvia y viento.

En el presente trabajo se pretende implementar las técnicas de RNA y SVM con los datos vinculados al FWI en forma conjunta con datos espaciales, temporales y satelitales provenientes de los sensores MODIS sobre alertas de focos de incendios de los satélites Terra y Aqua.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

Como se mencionó inicialmente, el presente trabajo forma parte de la línea de investigación de aprendizaje automático, esto es, en la construcción de algoritmos que intentan inferir un modelo computacional con el fin de resolver un problema concreto, en este caso la predicción de incendios,

problema que se caracteriza como complejo y altamente no lineal.

El presente proyecto se denomina “Construcción de un modelo de pronósticos para predicción de incendios forestales en la provincia de Córdoba” y fue aprobado por la Secretaría de Ciencia y Técnica de la UTN comenzando formalmente en Enero de 2013, como continuación del proyecto “Modelado para la predicción de incendios forestales en la provincia de Córdoba” que finalizó en diciembre del 2012.

Resultados

Para poder realizar la etapa de entrenamiento requerida para las técnicas de aprendizaje supervisado, es necesario contar con una serie de ejemplos de entradas, para lo cual se requiere contar con un registro de datos por cada una de las ellas.

Partiendo de los trabajos realizados por [Cortez y Morais, 2007] y [Safi y Bouroumi, 2013] se construyó el modelo a partir de los tipos de entradas utilizadas por ellos para probar el funcionamiento de este tipo de modelos con los datos de la provincia de Córdoba, para luego proceder a la incorporación de nuevos tipos de datos que creemos que ayudarán al mejoramiento de las predicciones, basados en Índice Meteorológico de Riesgo de Incendios de Canadá (FWI) [Van Wagner y Pickett, 1985].

Una vez definidos los datos que servirán como entradas y salida del modelo, se procedió a recopilar los datos vinculados a la provincia de Córdoba para poder replicar el experimento que otros autores aplicaron al parque natural de Montesino, Portugal [Safi y Bouroumi, 2013]. Sin embargo se descubrió que tanto las estaciones de bomberos como las estaciones meteorológicas no llevaban

a cabo ningún tipo de registro de incendios automatizado y que era necesario un sistema que permitiera capturar al menos estos datos. Para poder brindar una herramienta eficaz para poder realizar esta actividad, se ha desarrollado un sistema de soporte (SS) que permite la carga de la información relacionada a las mediciones diarias y a los siniestros forestales ocurridos en determinadas zonas de influencia de los cuarteles.

Además de los datos recopilados a través del sistema, nos encontramos en la fase de recopilación de datos satelitales provistos por el Sistema de Información de Incendios para la Gestión de Recursos (FIRMS, por sus siglas en inglés), que integra tecnologías de percepción remota y de Sistemas de Información Geográfica (SIG), para el envío de ubicaciones de incendios activos del Espectro-radiómetro de Imágenes de Resolución Moderada (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer- MODIS) a los administradores de recursos naturales y a otros actores clave en distintas regiones del mundo. El sensor MODIS se encuentra a bordo de los satélites Terra y Aqua que forman parte de la misión, Earth Observing System, de la NASA. Debido a que los datos asociados a los incendios producidos en la provincia de Córdoba y los datos satelitales vinculados a éstos aún están siendo relevados por el equipo, los resultados y experimentos realizados en el presente trabajo fueron obtenidos mediante la aplicación de solamente las 13 features mencionadas anteriormente y sobre el área del Parque Natural Montesino de Portugal. Por lo que en una próxima etapa se procederá a implementar esta nueva información como parte de las características del modelo y su aplicación estará realizada fundamentalmente para la provincia de Córdoba.

Formación de Recursos Humanos

Además de docentes, también participan de este proyecto, alumnos del último nivel la carrera de Ingeniería en sistemas de Información de la UTN FRC, próximos a recibirse y con perspectivas de iniciarse en una carrera de posgrado o doctorado, con lo cual, uno de los objetivos del proyecto es el contribuir a la formación de dichos alumnos. También forman parte alumnos becarios que se inician en las actividades de investigación dentro de la universidad.

El equipo de investigación y desarrollo de software, está formado por investigadores de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, sin embargo también participan del proyecto, alumnos de los últimos niveles la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la UTN FRC, que realizan sus prácticas supervisadas como parte de los requisitos para la obtención del grado de Ingeniero. Los alumnos intervienen, aportan su trabajo en el proyecto, y aprenden a realizar actividades de investigación, y cómo integrarse en un equipo existente. De esta manera, se está cumplimentando uno de los objetivos del proyecto que es el contribuir a la formación de alumnos en tareas de investigación, en especial fomentando el interés por los sistemas basados en IA. Asimismo, se plantea como un objetivo adicional del proyecto, que sirva como marco de trabajo para que docentes-investigadores realicen su tesis de Maestría en Sistemas de Información en el presente proyecto.

Referencias

[Chandler et al., 1983] Chandler C., P. Cheney, P. Thomas, L. Traubaud, y D. Williams. *Fire in Forestry, Vol I. Forest Fire Behaviour and Effects*, John Wiley, New York, p. 450. 1983.

[Cortez y Morais, 2007] Cortez P. y A. Morais. A Data Mining Approach to Predict Forest Fires using Meteorological Data. *New Trends in Artificial Intelligence, Proceedings of the 13th EPIA 2007 - Portuguese Conference on Artificial Intelligence*, Diciembre, pp. 512-523. 2007.

[Cortez, 2010] Cortez P.. Data Mining with Neural Networks and Support Vector Machines Using the R/rminer Tool. In P. Perner (Ed.), *Advances in Data Mining - Applications and Theoretical Aspects 10th Industrial Conference on Data Mining (ICDM 2010)*, pp. 572-583, Springer. 2010.

[Hsu et. Al, 2010] Hsu C.W., C.C. Chang , C.J. Lin y otros. A practical guide to support vector classification. Technical report, 1, Department of Computer Science National Taiwan University, 2010.

[Justicea y et. al., 2002] Justicea C., L. Gigliob, S. Korontzia, J. Owensa, J.T. Morissetec, D. Roya, J. Descloitrebs, S. Alleaumed, F. Petitcoline, Y. Kaufman. The MODIS fire products.2002.

[Kim, 2009] Kim H.. Prediction of Forest Fires using Data Mining Methods. M.Sc. Project, University of Western Ontario. 2009.

[Ollero et. al., 2001] Ollero A., J. R. Martínez-de Dios y B.C. Arrúe. Monitorización y determinación de parámetros en tiempo real de fuegos forestales empleando cámaras visuales y de infrarrojos. *Actas del III Congreso Forestal Español*. Pp. 503 - 509. Granada.2001.

[Rauste, 1996] Rauste, Y. "Forest Fire Detection with Satellites for Forest Fire Control," *Int'l Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, Vol.31, Part B7, Proc. XVIII Congress of the Int'l Soc. for Photogrammetry and Remote Sensing, ISPRS, pp. 584-588, 1996.

[Rumelhart, 1986] Rumelhart D. *Parallel Distributed Processing: Foundations*. MIT Press, 1986.

[Safi y Bouroumi, 2013] Safi Y. y A. Bouroumi. Prediction of Forest Fires Using Artificial Neural Networks. *Applied Mathematical Sciences*, Vol. 7, Nro. 6, pp. 271 – 286. 2013.

[Van Wagner y Pickett, 1985] Van Wagner y Pickett, *Equations and FORTRAN program for the Canadian Forest Fire Weather Index System*. Canadian Forestry Service. ISBN 0-662-13906-2. 1985.

[Vega Garcia et. al., 1999] Vega Garcia C., P. Woodard, S. Titus, W. Adamowicz, B. Lee. Dos modelos para la predicción de incendios forestales en Whitecourt Forest, Canadá. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*. pp. 5-24. 1999.